۳ روند تشکیل عنصرها

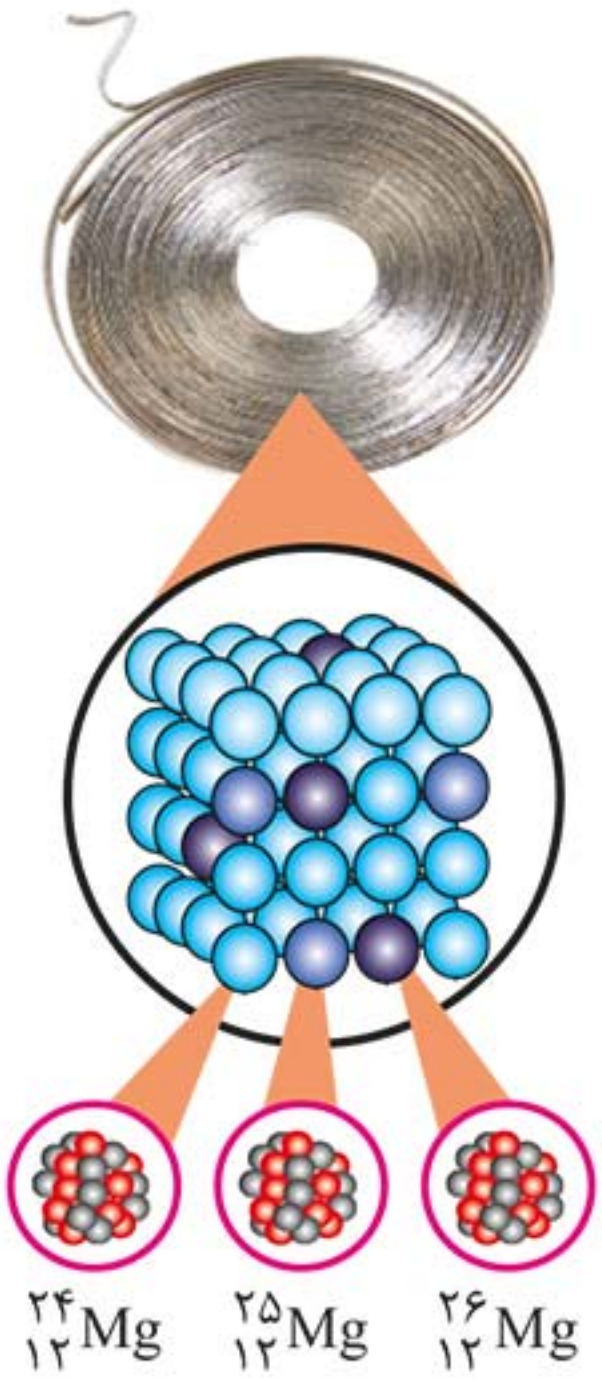
عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... ← عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← هلیم ← هیدروژن

وقوع مهبانگ (انفجار مهیب) با آزاد شـــدن انرژی عظیم و تشکیل ذره‌هـــای زیر اتمی (الکترون، نوترون و پروتون) همراه بودند. پس از آن،عنصرهای هیدروژن و هلیم پدید آمدند. کاهش دما و تراکم این گازها موجب تشکیل سحابی‌ها و این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند. واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها موجب تشکیل عنصرهای سنگین‌تر شدند.

۴ سه ایزوتوپ از عنصر منیزیم

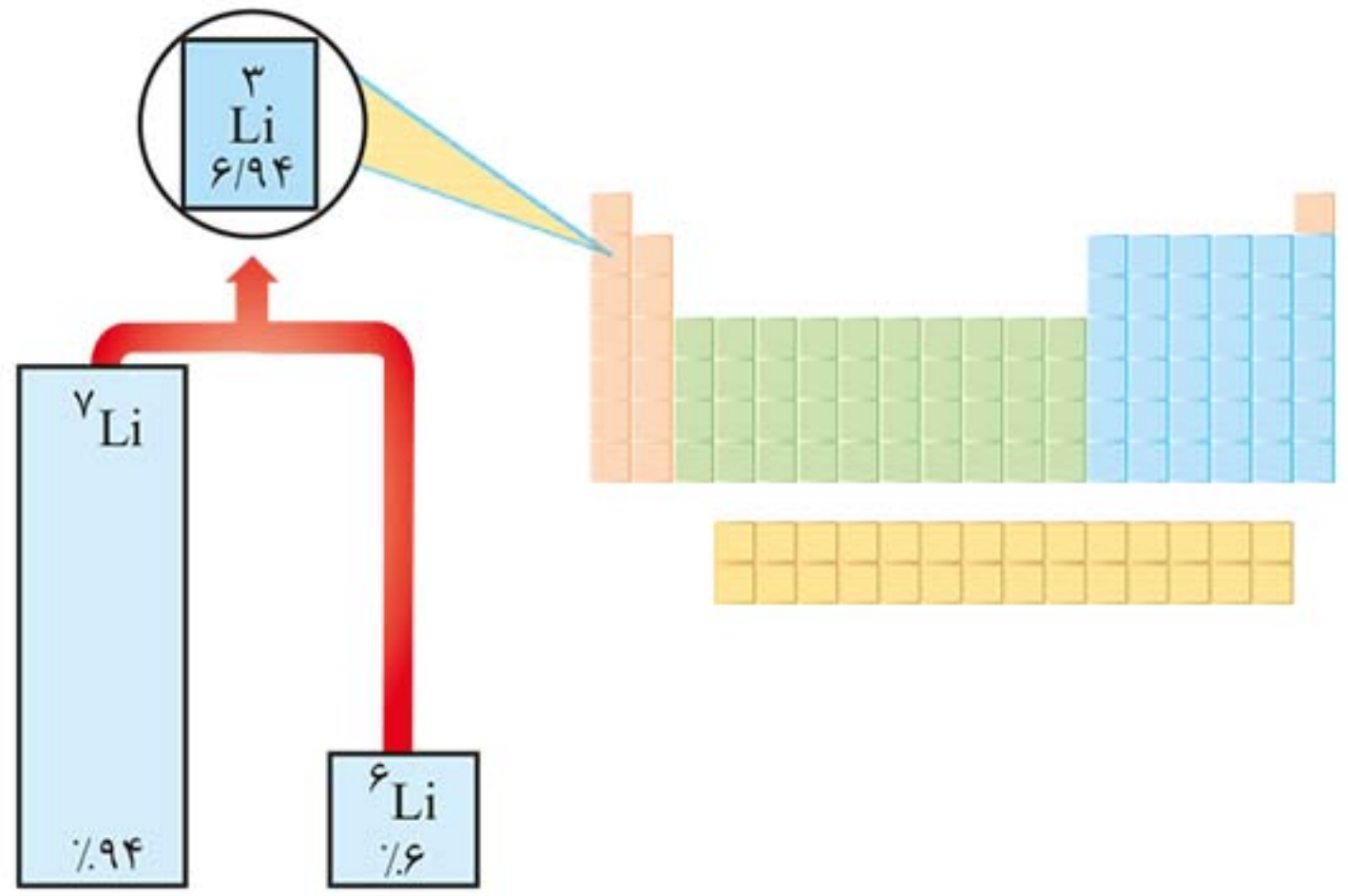
آشـــکار اســـت که **عـــدد اتمی سه ایزوتوپ، یکســـان و برابر ۱۲** اســـت، ولـــی عـــدد جرمـــی آنها بـــه دلیل برابـــر نبودن تعـــداد نوتـــرون آنها، **متفاوت** است.

در ضمـــن، همان‌طـــور کـــه دیـــده می‌شـــود، **فراوانی** این ایزوتوپ‌ها در نمونه‌ای طبیعـــی از این عنصر، برابر **نیست.**



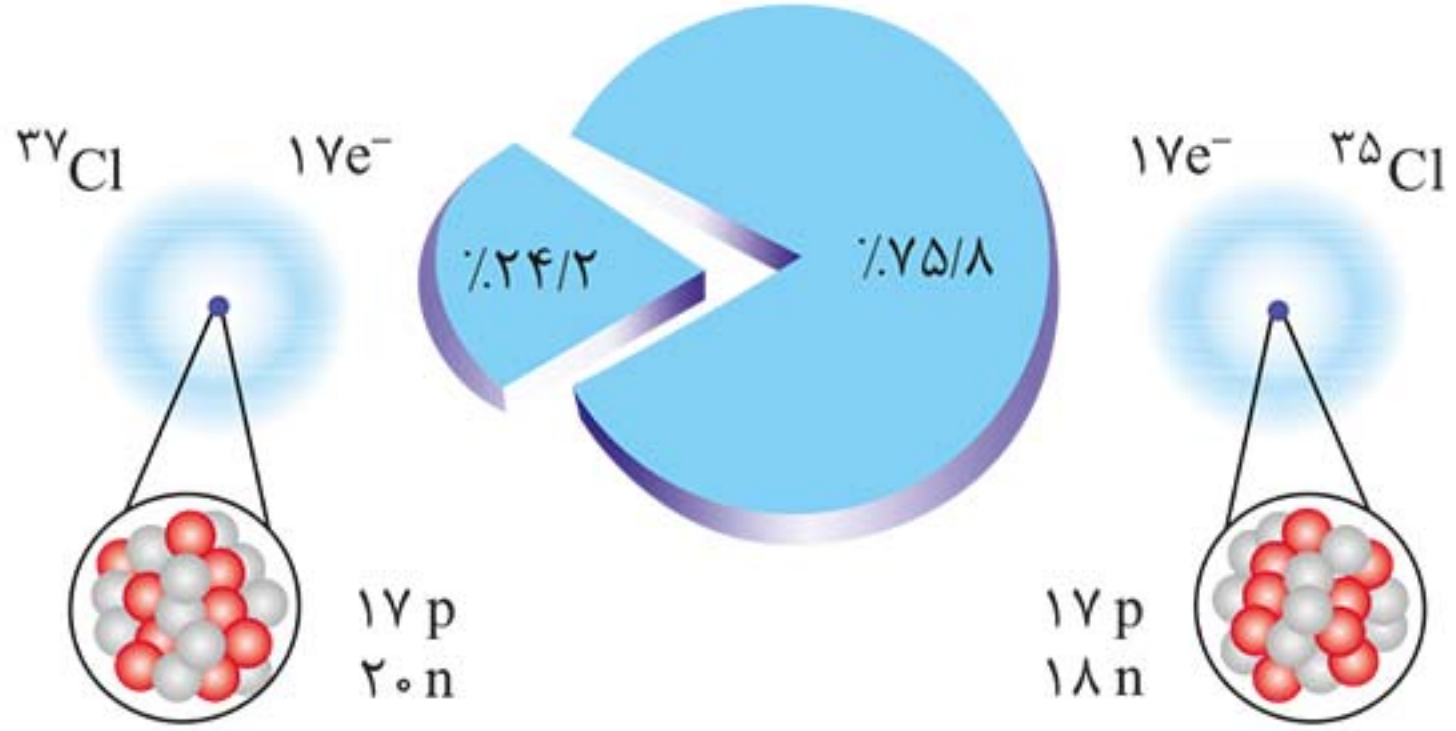
۱۸ دو ایزوتوپ از لیتیم ($Li^{۶}$ و $Li^{۷}$)

فراوانی آنها در نمونه‌های طبیعی، به ترتیب ۶٪ و ۹۴٪ است.



از این شکل درمی‌یابیم که **ایزوتوپ‌های یک عنصر** در جدول تناوبی، **در یک خانه** قرار می‌گیرند. به همین دلیل است که به ایزوتوپ‌های یک عنصر، اتم‌های «**هم‌مکان**» نیز گفته می‌شود.

۱۹ ایزوتوپ‌های عنصر کلر ($Cl_{۱۷}$)



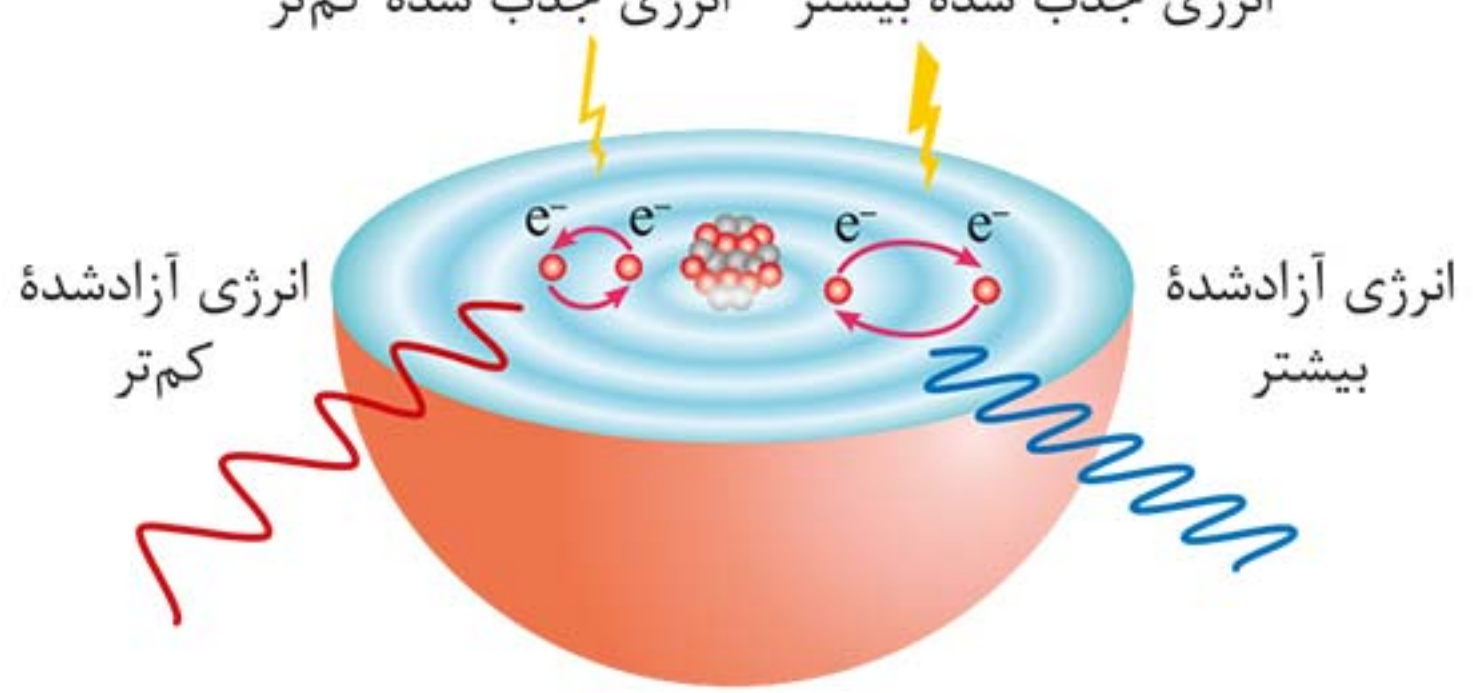
۳۵ انرژی پیوسته یا کوانتومی

در شکل «آ»، انرژی شـــخص به‌صورت کوانتومی مصرف می‌شود. امّا در شکل «ب»، انرژی شخص به‌صورت پیوسته مصرف می‌شود.

(آ) (ب)

تغییـــر انـــرژی الکترون در یک اتم، شـــبیه به شـــکل «آ» صورت می‌پذیرد و به عبارتی، **«انرژی الکترون، کوانتومی است»**.

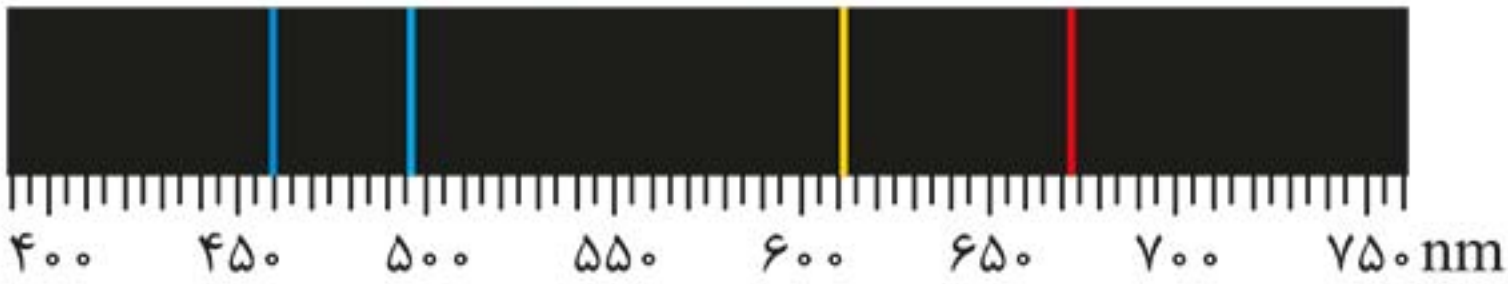
۳۶ ســاختار لایه‌ای اتم و جابه‌جایـــی الکترون از لایه‌ای به لایهٔ دیگر



در ســـمت چپ شکل، انتقال الکترون از لایهٔ $n=1$ به لایهٔ $n=2$

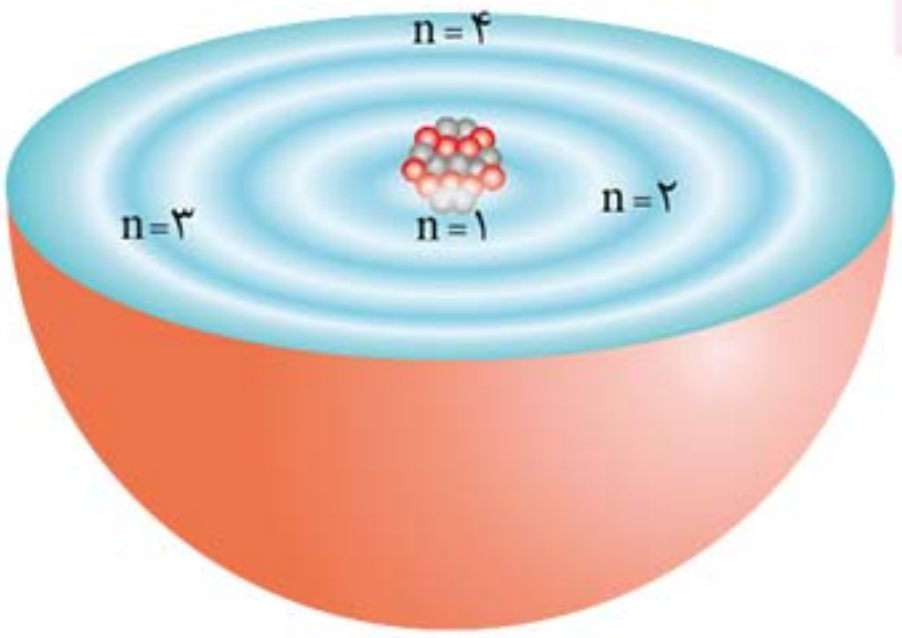
گرمای شـــعله موجب انتقال الکترون فلز به ترازهای انرژی بالاتر می‌شود و بازگشـــت الکترون به تراز انرژی اولیه (پایین‌تر) با آزاد شدن انرژی به صورت **نشر نور** با طول موج‌های معین همراه است. جالب اســـت که طول موج‌های نشر یافته در مورد هر فلز، منحصر به فرد اســـت و به همین دلیل، پاشیدن محلول نمک‌های فلزهای مختلف به شعله، آن را به رنگ‌های متفاوتی در می‌آورد.

۳۳ طیف نشری خطی لیتیم در ناحیهٔ مرئی



می‌دانید که حضور فلز لیتیم در شعله موجب ایجاد رنگ قرمز در آن شعله می‌شود. اگر نور قرمز تولیدشده را از یک منشور عبور دهیم، خطوط طیفی نشـــان داده شده در این شکل، مشاهده می‌گردند.

۳۴ ساختار لایه‌ای اتم



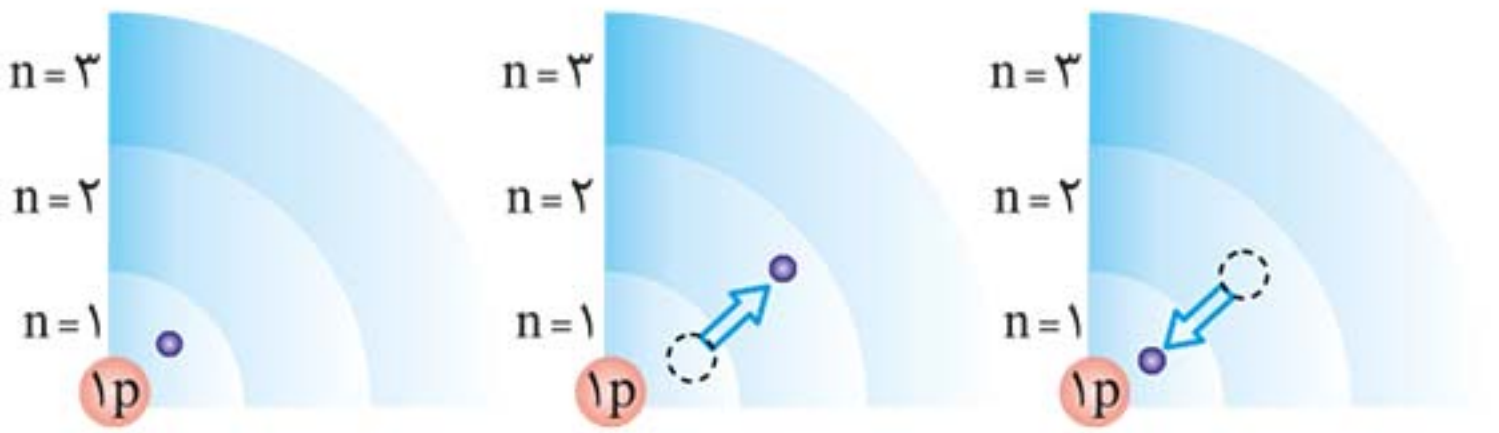
لایه‌های الکترونی با $n=۱$، $n=۲$، $n=۳$، $n=۴$ و نشان داده شده‌اند. هرچه **شـــمارهٔ لایه بیشـــتر** شود، فاصلهٔ آن از هســـتهٔ اتم، **بیشـــتر** و **انـــرژی الکترون** موجود در آن، **بیشتر** خواهد بود.

الکترون‌هـــا صرفاً در یکی از لایه‌هـــای الکترونی می‌توانند حضور داشته باشند. نتیجه‌گیری می‌شـــود که هر الکترون، بسته به این که در کدام لایهٔ الکترونی قرار داشته باشد، انرژی معینی دارد. به عبارتی «**انرژی الکترون، کوانتیده است**».

و بالعکس به نمایش گذاشته شده است. همان‌طورکه در شکل مشخص شده است، انتقال الکترون از لایهٔ $n=۱$ به لایهٔ $n=۲$ با **جذب انرژی** و انتقال الکترون از لایهٔ $n=۲$ به لایهٔ $n=۱$ با **آزاد شدن انرژی** و گسیل پرتویی با طول موج معین همراه است. در سمت راست این شکل، انتقال الکترون از لایهٔ $n=۱$ به لایهٔ $n=۳$ و بالعکس نشان داده شده است و مشخص شده است که طول موج پرتوی تولیدشده ضمن انتقال الکترون از لایهٔ $n=۳$ به لایهٔ $n=۱$ **کوتاه‌تر** است، زیرا **انرژی** آزادشده **بیشتر** است.

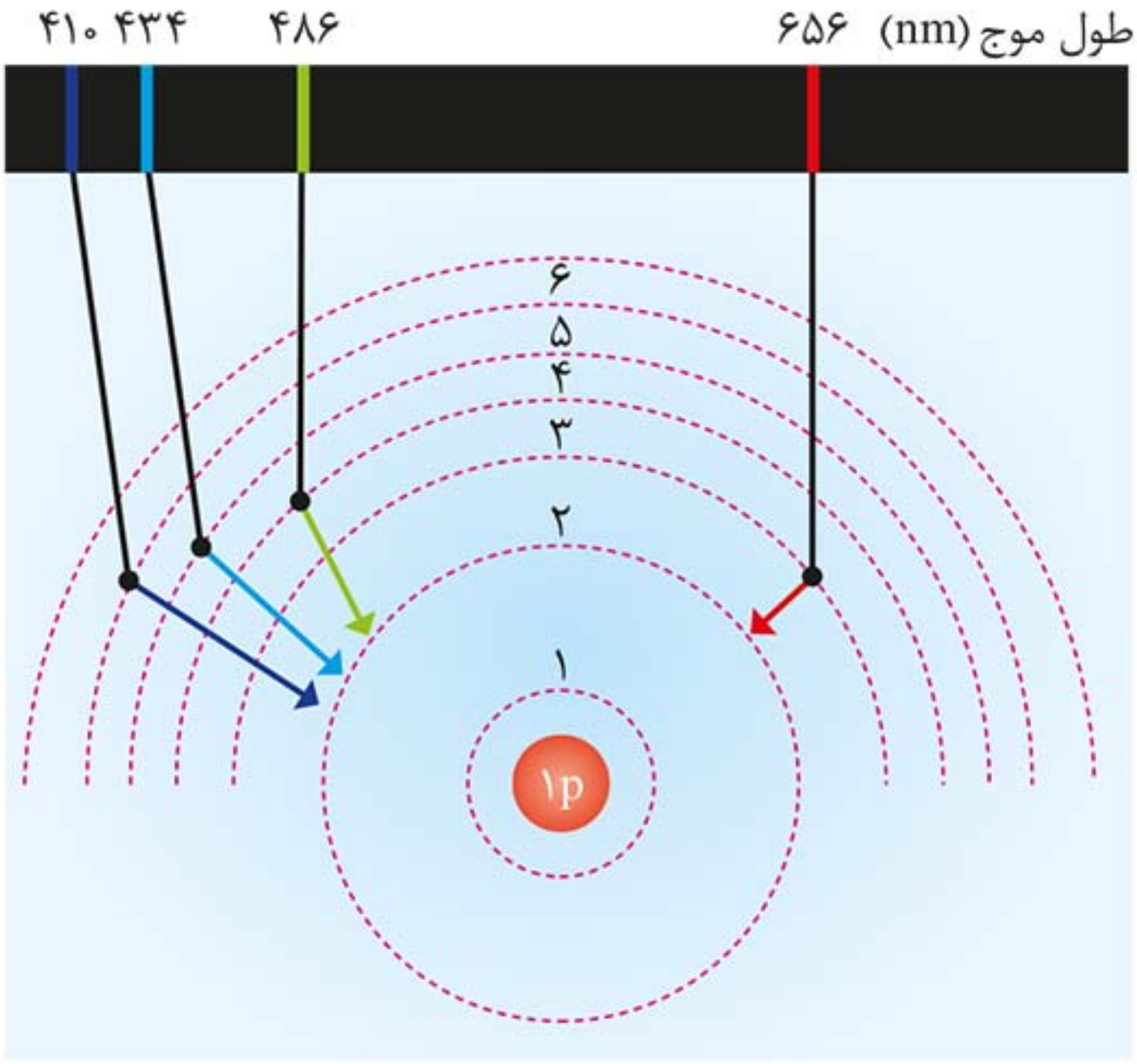
۳۷ الکترون اتم هیدروژن

شکل «آ» الکترون اتم هیدروژن را در حالت پایه نشان می‌دهد. در حالت پایه، تنها الکترون اتم H در لایهٔ $n=۱$ قرار دارد.



شکل «ب» **برانگیخته شدن** اتم هیدروژن را نشان می‌دهد که طی آن، الکترون با جذب انرژی از لایهٔ $n=۱$ به لایهٔ $n=۲$ منتقل می‌شود. شکل «پ» بازگشت الکترون از لایهٔ $n=۲$ به لایهٔ $n=۱$ را نشان می‌دهد که به این ترتیب، اتم هیدروژن از حالت برانگیخته به حالت پایه می‌رسد.

۳۸ چگونگی پدید آمدن طیف نشـــری خطی اتم هیدروژن در ناحیهٔ مرئی



◂ انتقال الکترون از $n=۳$ به $n=۲$ ⇐ گسیل پرتویی به رنگ قرمز

◂ انتقال الکترون از $n=۴$ به $n=۲$ ⇐ گسیل پرتویی به رنگ سبز

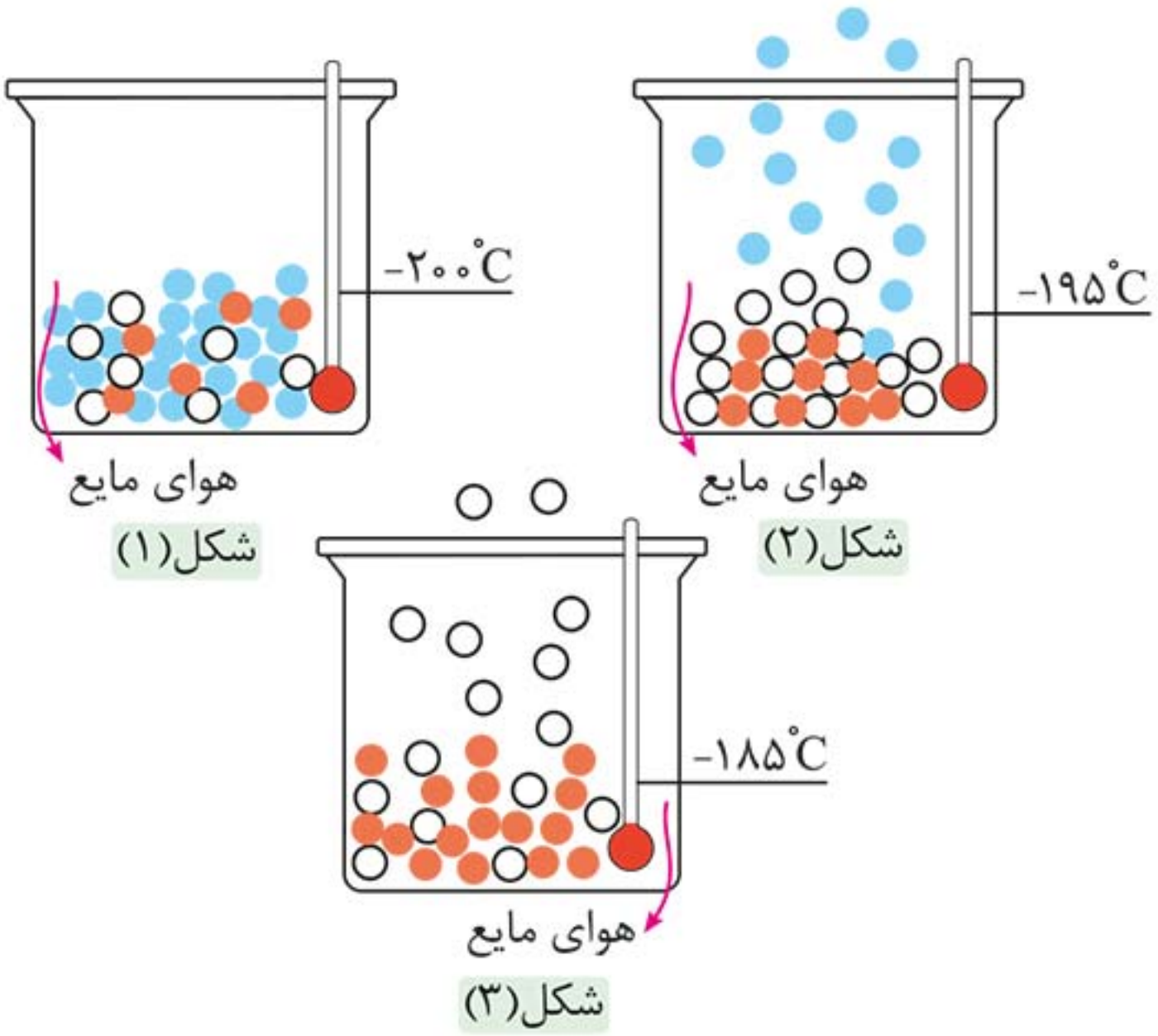
◂ انتقال الکترون از $n=۵$ به $n=۲$ ⇐ گسیل پرتویی به رنگ آبی

◂ انتقال الکتـرون از $n=۶$ به $n=۲$ ⇐ گسیل پرتویی به رنگ بنفش

توجه دارید که به هنگام بازگشت الکترون برانگیختهٔ هیدروژن از لایه‌های دورتر از هسته به لایه‌های نزدیک‌تر به هسته و در نهایت به لایهٔ $n=۱$، فقط انتقال‌هایی با گسیل پرتوی الکترومغناطیسی در **ناحیهٔ مرئی** همراهند که لایهٔ مقصد، لایهٔ الکترونی دوم $(n=۲)$ باشد.

۶۰ هوای مایع در دمای ۲۰۰°C –

در این دما، هوای مایع محتوی N_2 ، Ar و O_2 است.



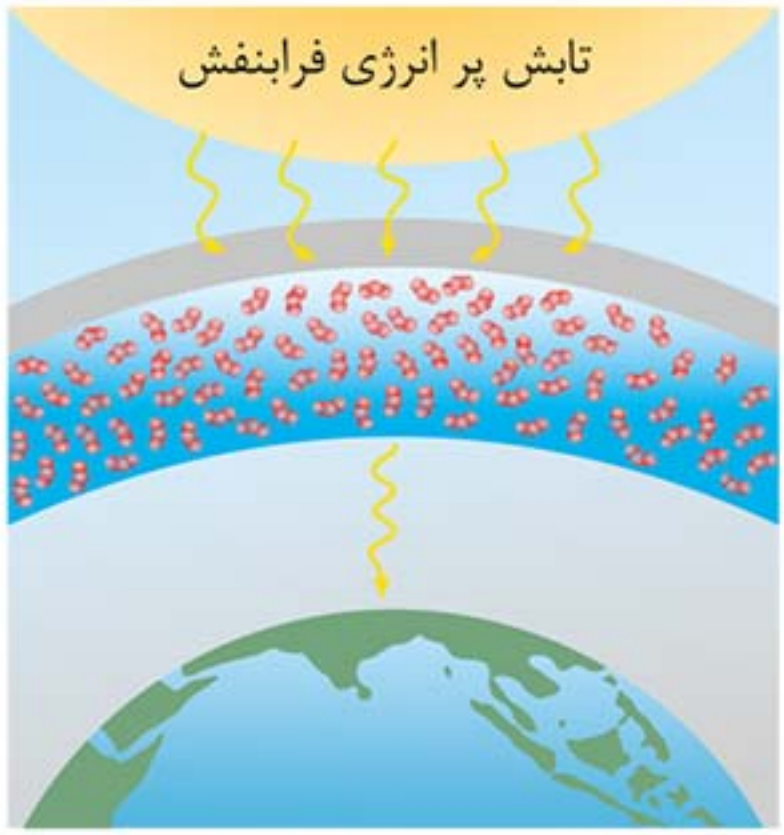
شکل (۲)، هوای مایع را در دمای $195^{\circ}C$ – نشان می‌دهد. در این شکل مولکول‌های N_2 در حال خارج شدن از ظرف می‌باشند، زیرا نقطهٔ جوش N_2 برابر $196^{\circ}C$ – بوده و پایین‌تر از $195^{\circ}C$ – است.

در شکل (۳) که دما $185^{\circ}C$ – است، O_2 (g) داخل ظرف مانده و Ar(g) در حال خارج شدن از ظرف است.

۶۱ کاربردهای هلیم

شکل «۱» در صفحهٔ بعد **مهم‌ترین کاربرد هلیم** (استفاده برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری

۸۴ چگونگی محافظت لایهٔ اوزون از کرهٔ زمین در برابر تابش‌های خطرناک فرابنفش خورشیدی



$$O_3(g) + \text{پرتوی فرابنفش خورشیدی} \longrightarrow O_2(g) + O(g)$$

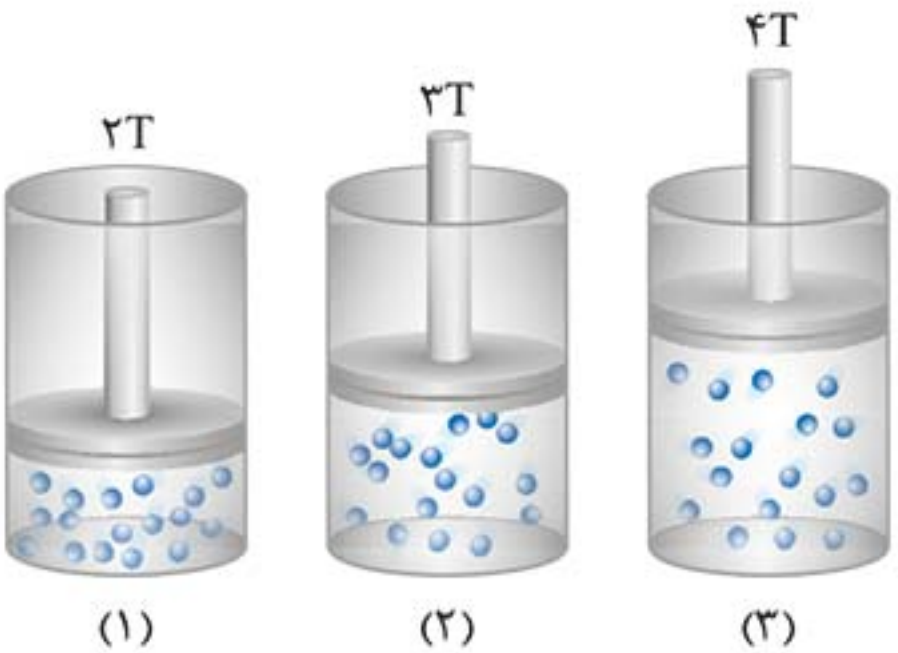
$$O_2(g) + O(g) \longrightarrow O_3(g) + \text{پرتوی فروسرخ}$$

در واقع، با دخالت مولکول‌های O_3 موجود در لایهٔ اوزون (**واقع در لایهٔ استراتوسفر**)، بخش **عمدهٔ** پرتوهای **فرابنفش** خورشیدی **نمی‌توانند** به سطح زمین برسند و در مقابل، پرتوهای **فروسرخ که کم‌انرژی** بوده و خطرناک نیستند، به سطح زمین می‌رسند.

۸۵ چه صاعقهٔ عظیمی!

در هواکره، **عمده‌ترین** گاز، N_2 و پس از آن، O_2 است. صبح تا شب و شب تا صبح، مولکول‌های N_2 و O_2 در هوا به یکدیگر برخورد می‌کنند. امّا این برخوردها حتی در دماهای

۸۹ رابطهٔ حجم گاز با دمای آن در فشار ثابت

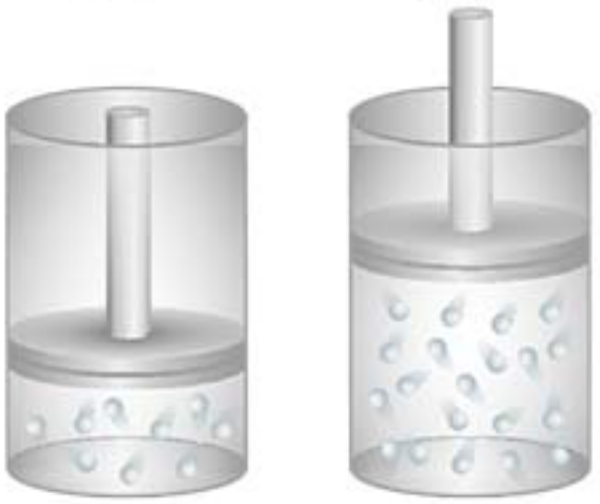


در این سه شکل، یک نمونه گاز دیده می‌شود که دمای آن در سه ظرف «۱»، «۲» و «۳»، یکسان نیست ولی فشار گاز در سه ظرف یکسان است.

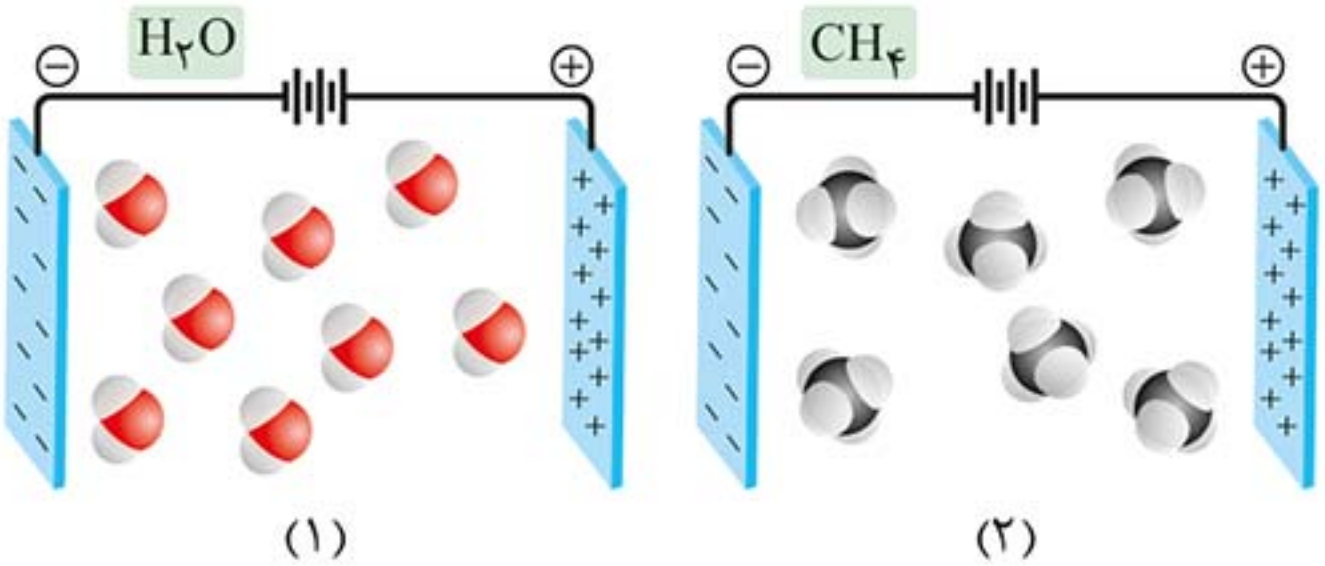
در فشار ثابت، به هر نسبتی که دمای گاز (بر حسب کلوین) افزایش یابد، حجم گاز نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد.

بنابراین اگر حجم گاز در ظرف «۱» برابر V لیتر باشد، در ظرف‌های «۲» و «۳» به ترتیب $\frac{۳}{۲}V$ و ۲V لیتر خواهد بود.

۹۰ رابطهٔ حجم گاز با مول آن در دما و فشار ثابت

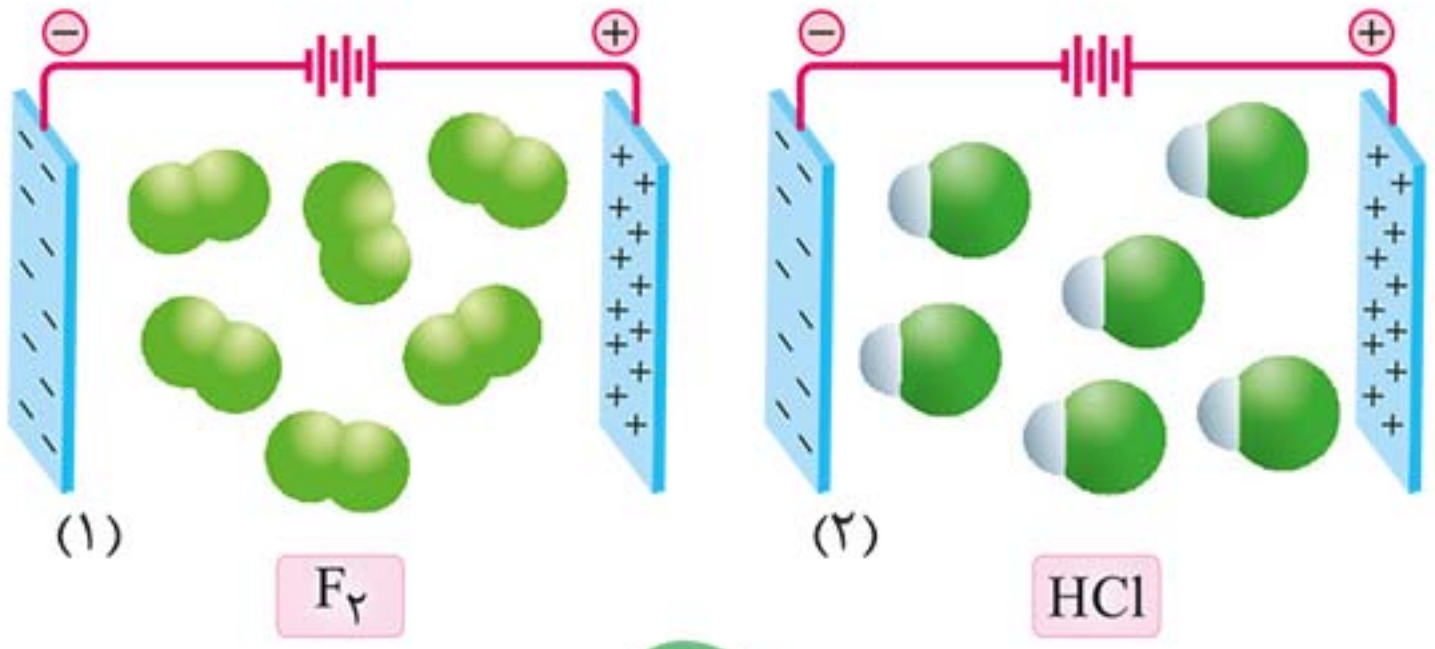


شکل بالا دو نمونه از یک گاز را در دما و فشار ثابت و یکسان نشان می‌دهد. با توجه به یکسان بودن دما و فشار گاز در دو ظرف، می‌توان نتیجه گرفت که حجم گاز در ظرف «۲»، دو برابر حجم گاز در ظرف «۱» می‌باشد. چون تعداد مول گاز در ظرف «۲» دو برابر تعداد مول گاز در ظرف «۱» است.



۹۹ جهت‌گیری مولکول‌های قطبی HCl و عدم جهت‌گیری مولکول‌های ناقطبی در میدان الکتریکی

دقت کنید که در مولکـــول HCl، اتم H قطب مثبت مولکول را تشـــکیل داده و به سمت قطب «−» منبع برق جهت‌گیری کرده و اتم Cl قطب منفی مولکول را تشـــکیل داده و به سمت قطب «+» منبع برق جهت‌گیری کرده است.

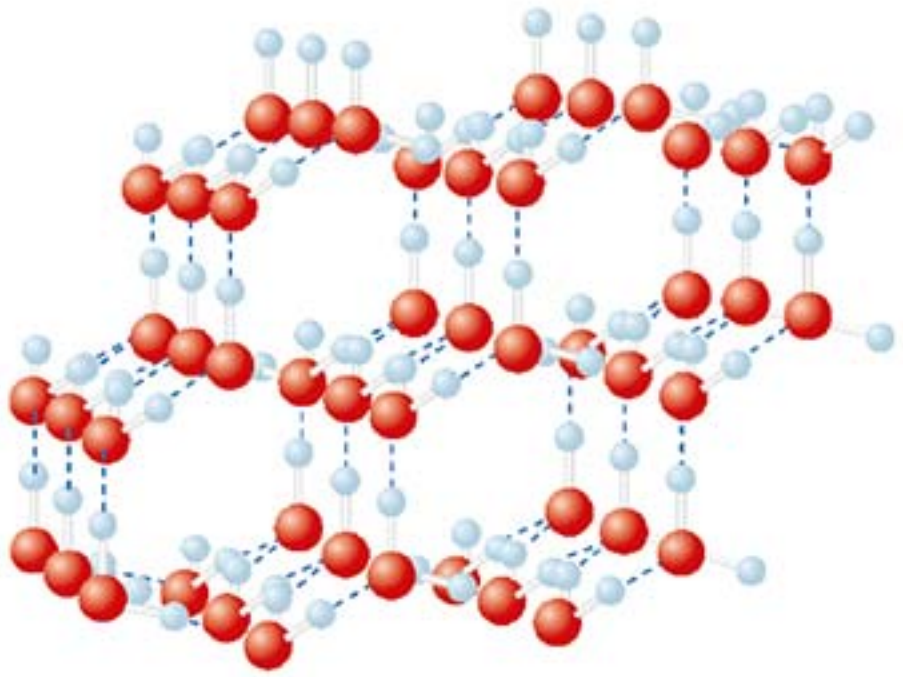


شـــکل «۱» آب را در حالت جامد نشان می‌دهد، یعنی همان یخ. شـــکل «۲» آب را در حالت مایع نشـــان می‌دهد، همان که مدام می‌نوشـــیم. شکل «۳» آب را در حالت گاز نشان می‌دهد، همان‌که ابرها را تشکیل می‌دهد.

توجـــه کنید که در یخ، هر مولکـــول H_2O با **چهار مولکول** H_2O دیگـــر **پیوند هیدروژنـــی** دارد، امّا در **بخـــار آب**، میان مولکول‌های H_2O پیوندی وجود ندارد.

۱۰۳ نمایی دیگر از پیوندهای هیدروژنی مولکول‌های آب

همان‌طور که در این شکل نشان داده شده است، مبنای شکل زیبای دانه‌های برف، **حلقه‌های شـــش‌ضلعی** اســـت که در نتیجهٔ برقراری **پیوندهـــای هیدروژنی** میان مولکول‌هـــای H_2O به‌وجود می‌آیند.

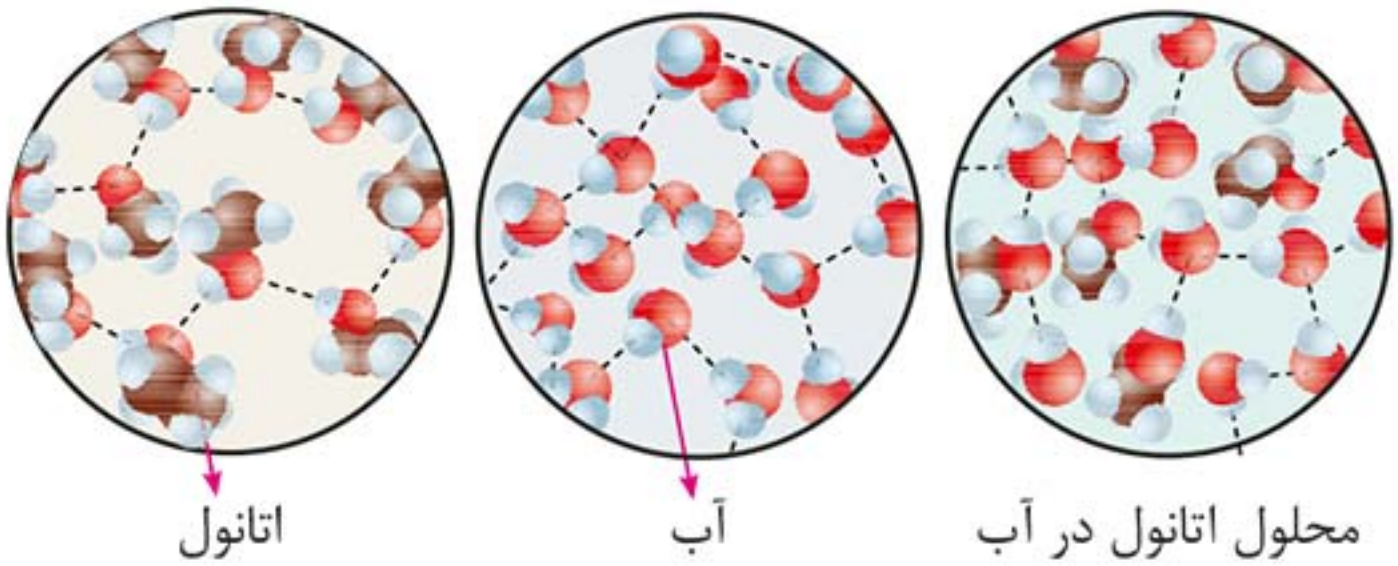


H_2O

آیا می‌دانید که بخش عمدهٔ مواد خوراکی از جمله هندوانه، خربزه و ذرت را آب تشکیل می‌دهد؟

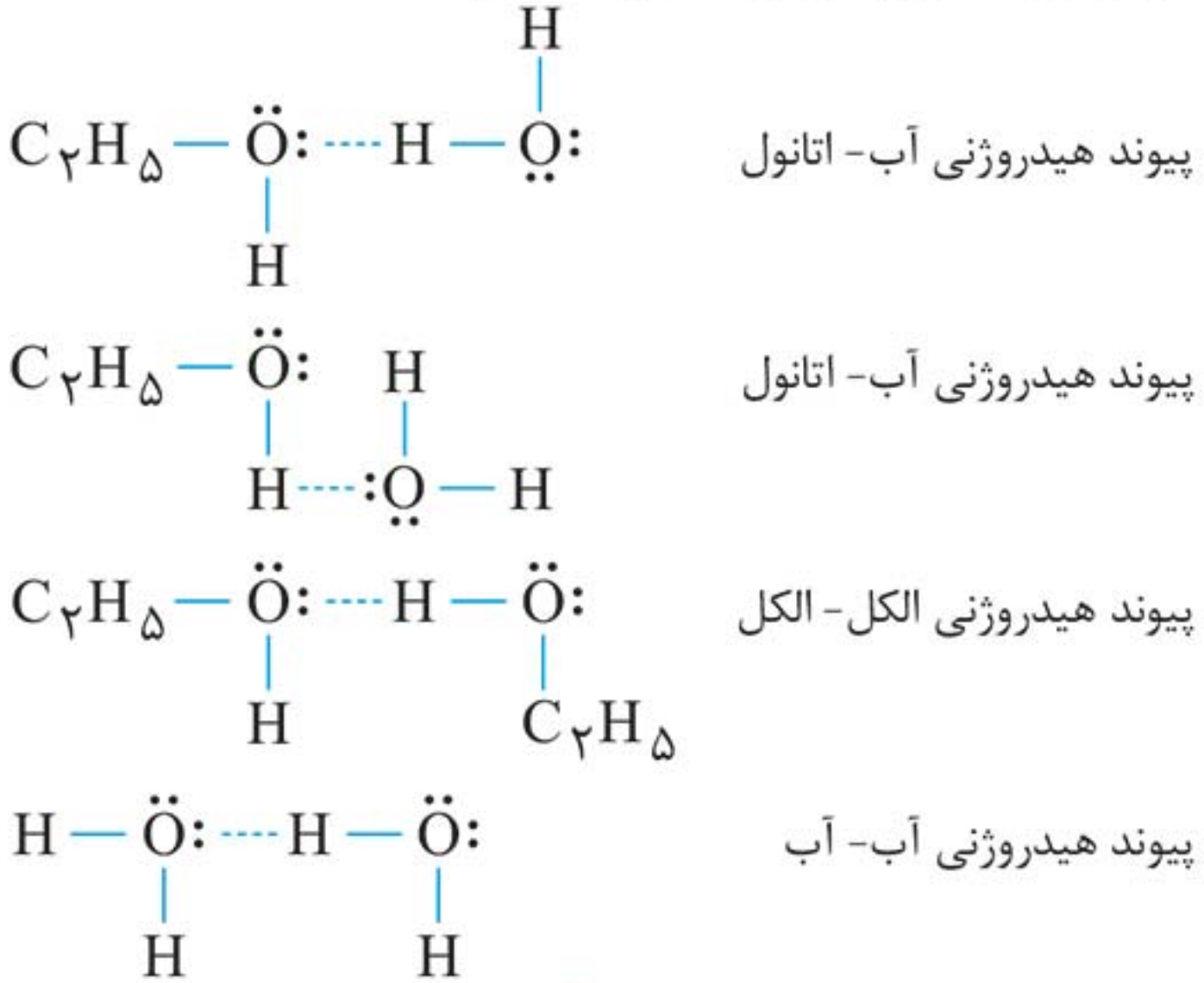
۱۰۹ مثال دیگری از پیوند هیدروژنی

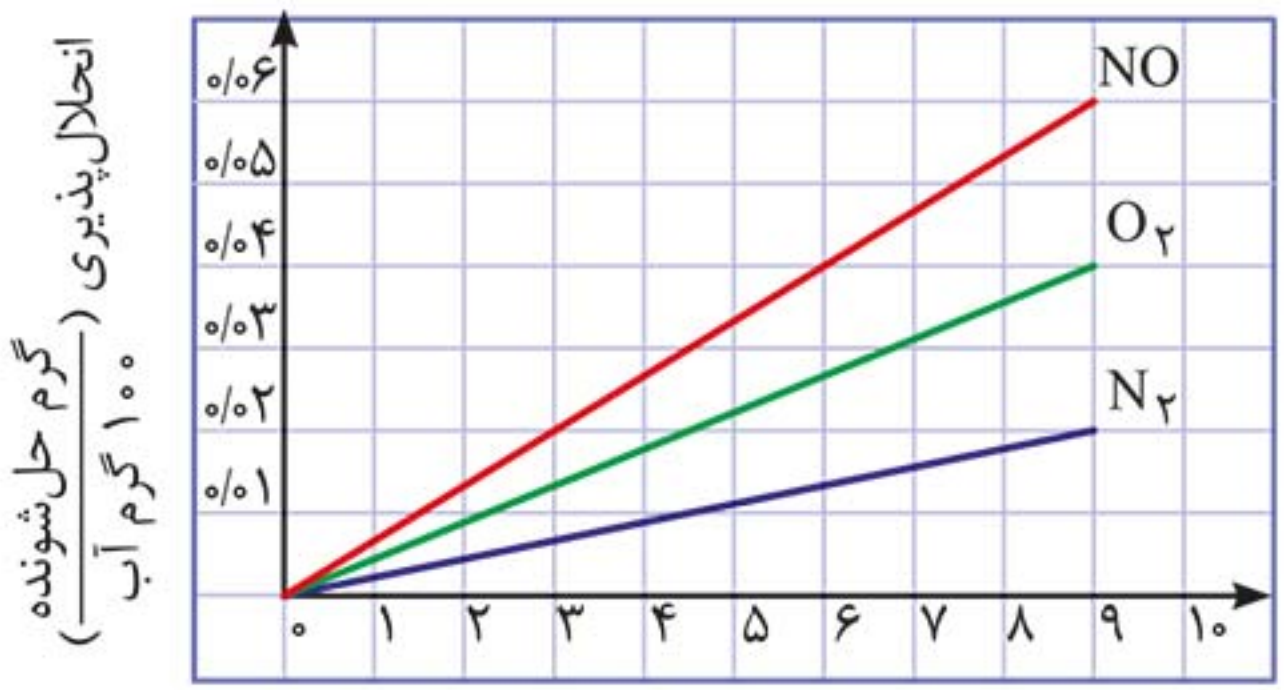
شکل سمت چپ به اتانول و شکل وسطی به آب مربوط است.



شکل سمت راست **محلول اتانول در آب** را نشان می‌دهد.

در شکل‌های زیر، پیوند هیدروژنی در الکل، در آب و نیز بین مولکول‌های الکل و آب را نشان داده‌ایم:





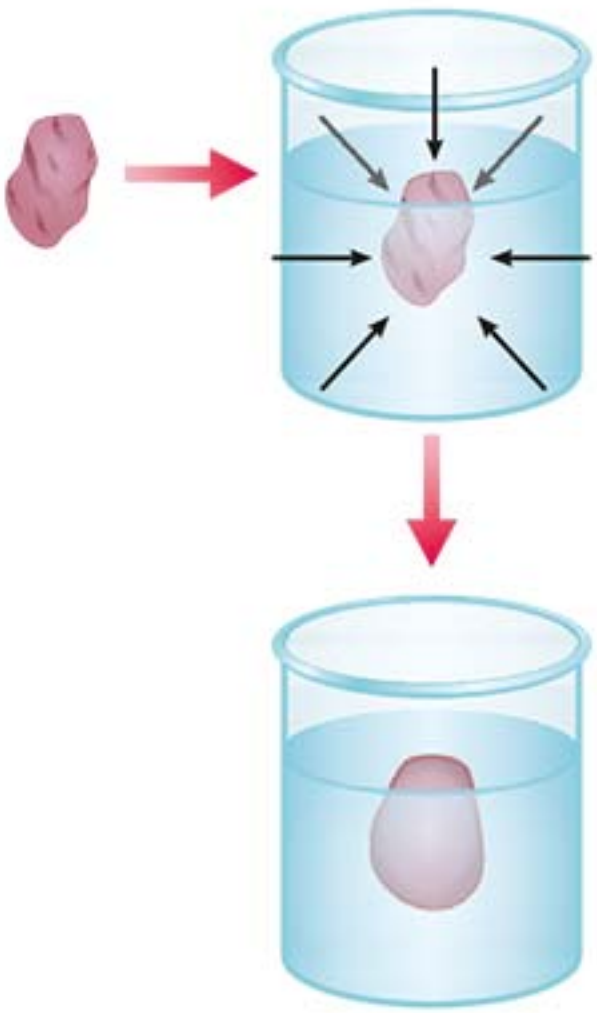
به دو نکتهٔ مهم در ارتباط با این نمودار توجه کنید:

نکتهٔ اول: در **دمای معین**، انحلال‌پذیری گازهای NO ، N_2 و O_2 (با فرض یکسان بودن فشار آنها)، به این ترتیب است:

$$NO > O_2 > N_2$$

نکتهٔ دوم: **در دمای ثابت**، میان **انحلال‌پذیری هر گاز و فشار** آن **رابطهٔ خطی** وجود دارد، یعنی اگر فشار گاز n برابر شود، انحلال‌پذیری آن نیز n برابر می‌شود.

۱۱۲ پدیدهٔ اسمز (گذرندگی)



در این شکل آلوی خشکی نشان داده شده است که وقتی درون آب قرار داده می‌شود، متورم و آبدار می‌شود. این شکل نمایانگر پدیدهٔ **اسمز یا گذرندگی** است. مولکول‌های آب با عبور از روزنه‌های دیوارهٔ سلولی (غشای نیمه‌تراوا) به داخل آلوی خشک نفوذ کرده و موجب افزایش حجم و آبدار شدن آن می‌گردند.

عنصر نافلزی (Non-metal element): به عنصری گفته می‌شود که در واکنش با یک فلز می‌تواند الکترون گرفته و به آنیون تبدیل شود.

مثال:

$_{35}Br + 1e^- \rightarrow Br^-$ (برخوردار از آرایش هشت‌تایی)

$_{16}S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$ (برخوردار از آرایش هشت‌تایی)

$_{15}P + 3e^- \rightarrow P^{3-}$ (برخوردار از آرایش هشت‌تایی)

عنصرهای دستهٔ s : به عنصرهایی گفته می‌شود که آخرین زیرلایهٔ پرشده مطابق قاعدهٔ آفبا در اتم آنها، از نوع s است.

مثال: $_{56}Ba : [_{54}Xe]6s^2$

عنصرهای دستهٔ p : به عنصرهایی گفته می‌شود که آخرین زیرلایهٔ پرشده مطابق قاعدهٔ آفبا در اتم آنها، از نوع p است.

مثال: $_{15}P : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

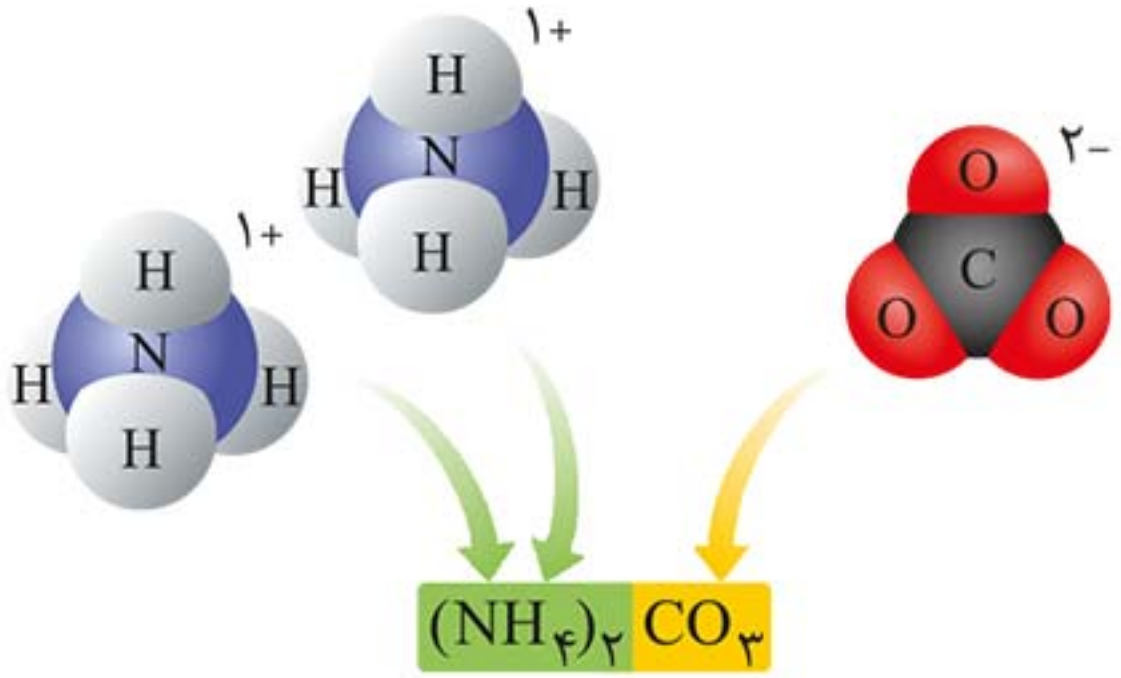
عنصرهای دستهٔ d: به عنصرهایی گفته می‌شود که آخرین زیرلایهٔ پرشده مطابق قاعدهٔ آفبا در اتم آنها، از نوع d است.

مثال: $_{26}Fe : [_{18}Ar]4s^2 3d^6$

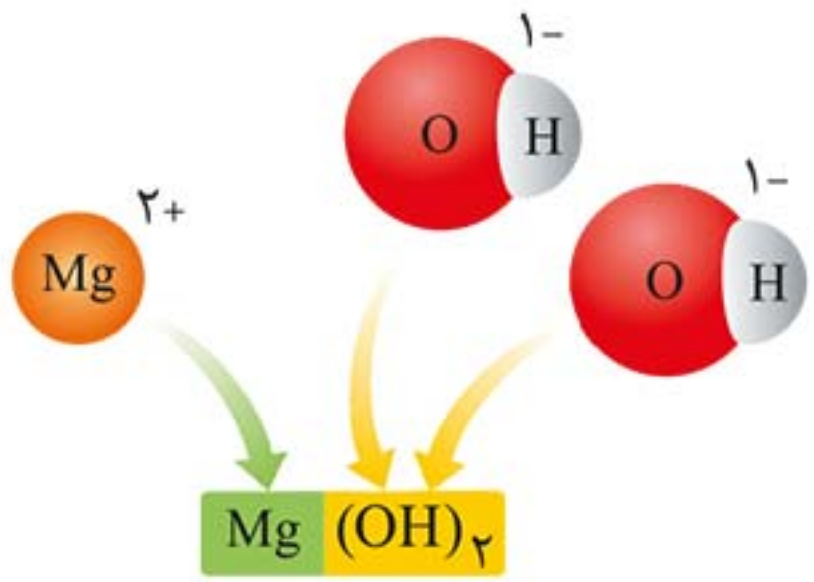
عنصرهای دستهٔ f: به عنصرهایی گفته می‌شود که آخرین زیرلایهٔ پرشده مطابق قاعدهٔ آفبا در اتم آنها، از نوع f است.

مثال: $_{58}Ce : [_{54}Xe]6s^2 4f^2$

عنصرهای اصلی (The main elements): به عنصرهای دستهٔ s و p گفته می‌شود.

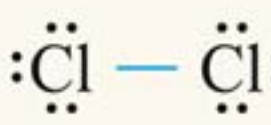
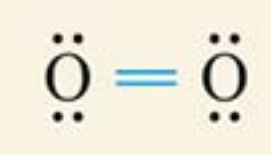
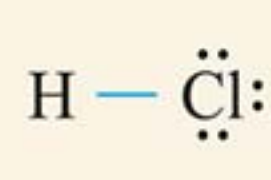


۴۹ **منیزیم‌هیدروکسید:** فرمول شیمیایی این ترکیب یونی $Mg(OH)_2$ می‌باشد. آنیون چنداتمی آن (OH^-) و کاتیون تک‌اتمی آن Mg^{2+} است. (فصل ۳)



۵۰ **آمونیوم‌سولفات:** فرمول شیمیایی این **ترکیب یونی** $(NH_4)_2SO_4$ می‌باشد. این ترکیب یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر **نیتروژن و گوگرد** را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. از انحلال هر مول آمونیوم سولفات در آب، ۳ مول یون تولید می‌شود. آنیون و کاتیون چنداتمی این ترکیب به‌ترتیب SO_4^{2-} و NH_4^+ می‌باشند. (فصل ۳)

ساختار لوویس

نام	فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	مدل فضاپرکن
گاز کلر	Cl_2		
گاز اکسیژن	O_2		
گاز نیتروژن	N_2		
هیدروژن کلرید	HCl		
آب	H_2O		
آمونیاک	NH_3